

AJUSTE DO ÍNDICE DE PERIGO DE INCÊNDIOS FMA PARA O ESTADO DO PARANÁ

Franciane Feltz Pajewski¹, Bruna Kovalsyki², Alexandre França Tetto³

¹Graduanda em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil – franpajewski@yahoo.com.br

²Doutoranda em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil – kovalsyki.b@gmail.com

³Eng. Florestal, Dr., Depto. de Ciências Florestais, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil – tetto@ufpr.br

Resumo

O conhecimento do grau de perigo de incêndio é uma ferramenta fundamental para o planejamento de atividades de prevenção e combate aos incêndios florestais. O presente trabalho teve os seguintes objetivos: i. avaliar o comportamento da Fórmula de Monte Alegre (FMA) para o estado do Paraná; ii. avaliar a eficiência do referido índice; e iii. ajustar a FMA para as regiões que apresentaram baixa eficiência. Para isso, a FMA foi calculada para 10 regiões, representadas pelos municípios de Cambará, Campo Mourão, Cândido de Abreu, Cascavel, Guarapuava, Londrina, Palmas, Paranavaí, Pinhais e Telêmaco Borba. Os dados meteorológicos foram obtidos pelo Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR), para o período de 2010 a 2015. Os dados de ocorrências de incêndios foram fornecidos pelo Comando de Corpo de Bombeiros (SysBM – CCB). O desempenho da FMA foi avaliado por meio do *skill score* e da porcentagem de sucesso. Os resultados obtidos indicaram a necessidade de ajustes para as regiões: a) oeste do estado (simuladas pelas regiões de Campo Mourão e Cascavel); b) norte e nordeste (representadas pelas regiões de Cambará e Londrina) e; c) noroeste (representada pela região de Paranavaí). Para as regiões centro, leste e sul (representadas pelas regiões de Cândido de Abreu, Pinhais, Guarapuava, Palmas e Telêmaco Borba) a FMA apresentou bom desempenho, não necessitando de ajuste. Conclui-se que os ajustes realizados para cada região representaram o perfil dos incêndios florestais de forma satisfatória e podem ser utilizados no auxílio das atividades de prevenção e combate aos incêndios florestais no estado.

Palavras-chave: Fórmula de Monte Alegre, proteção florestal, incêndios florestais.

Abstract

Adjustment of Monte Alegre Formula to the state of Paraná. The knowledge of the fire danger indices is a fundamental instrument to the planning of activities of prevention and combat to the forest fire. The present research had intended to: i. to evaluate the performance of Monte Alegre Formula (FMA) to the state of Paraná; ii. to evaluate the efficiency of the indice above-mentioned; and iii. to adjust the FMA to the areas that presented low efficiency. For this, the FMA was calculated in 10 areas, represented for the municipal districts of Cambará, Campo Mourão, Cândido de Abreu, Cascavel, Guarapuava, Londrina, Palmas, Paranavaí, Pinhais and Telemaco Borba. The meteorologicals databases was obtained by the Meteorological System of Paraná (SIMEPAR), to the period of 2010 to 2015. The fire occurrences databases was provided by the Guards Corps Command (SysBM – CCB). The performance of FMA was valued by *skill score* and by the percentage success. The results obtained indicates the necessity of the adjustment to the following areas: a) west of the state (simulated by the areas of Campo Mourão and Cascavel); b) north and northeast (represented by the areas of Cambará and Londrina) and; c) northwest (represented by the area of Paranavaí). To the areas of center, east and south (represented by the areas of Candido Abreu, Pinhais, Guarapuava, Palmas and Telemaco Borba) the FMA indicated good result and did not necessitate of the adjustment. Based on this, is concluded that the adjustments realized to each area represented the fire forest profile satisfactorily and can be utilized in the assistance of the activities of prevention and combat to the forest fire in the state.

Keywords: Monte Alegre Formula; forest protection; forest fire.

INTRODUÇÃO

Nunes, Soares e Batista (2007) afirmam que anualmente são observadas diversas ocorrências de incêndios no Paraná, tanto em áreas de cultivo florestal, como em campo nativo e em unidades de conservação.

Para Lopes (2013) os impactos de um incêndio florestal se dão, além de na esfera ambiental, nas sociais e econômicas. Destacam-se impactos como: aumento das emissões de gases; aumento do fenômeno de erosão; maior suscetibilidade das áreas a cheias; elevada quantidade de nutrientes que podem alterar as propriedades da água; destruição da fauna e da flora; comprometimento da floresta enquanto ecossistema; ameaça à segurança das pessoas e bens, como habitações e outros patrimônios.

Segundo Oliveira *et al.* (2016) existem vários métodos para indicar o grau de perigo de ocorrência e de medidas de prevenção de queimada, sendo que todos possuem suas características próprias, porém, todos dependem das condições atmosféricas presentes e de dados meteorológicos.

Um método importante, que pode contribuir significativamente com a tomada de decisões é o uso de um índice de perigo de incêndios para auxiliar na tomada de decisões das atividades básicas de manejo do fogo (RODRIGUES *et al.*, 2012). Para Nunes, Soares e Batista (2007) a utilização de um índice confiável é fundamental para o planejamento eficiente das atividades tanto de prevenção quanto de combate aos incêndios florestais, durante todas as épocas do ano, objetivando a redução das perdas e dos prejuízos financeiros.

Segundo Tetto *et al.* (2010) ajustar as classes de perigo de um índice de perigo de incêndios, tanto para diferentes localidades geográficas, como periodicamente, em função das variações climáticas, é um procedimento necessário. Nunes *et al.* (2010) complementam que a utilização de um índice de perigo desajustado pode levar à tomada de decisões equivocadas em relação aos procedimentos de prevenção e combate aos incêndios florestais. Os mesmos autores salientam que os desajustes são possivelmente causados pela mudança nos regimes de chuva e consequentemente de umidade relativa ao longo do tempo, ou seja, pelo fato das variáveis climáticas se alterarem ao longo do tempo.

Neste sentido, a Fórmula de Monte Alegre (FMA), um índice cumulativo que utiliza como variáveis meteorológicas a umidade relativa do ar, de forma direta, e a precipitação como variável indireta, foi desenvolvida para a região do centro-oeste do Paraná e tem se mostrado eficiente para as regiões de clima similar, necessitando, por vezes, de adaptação na escala de perigo (TETTO *et al.*, 2010).

Levando em consideração a importância dos índices de perigo na prevenção e combate aos incêndios florestais, os objetivos do presente trabalho foram avaliar o comportamento e a eficiência da Fórmula de Monte Alegre (FMA) para o estado do Paraná e ajustar a FMA para o estado.

MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo para a realização do ajuste da FMA foi utilizada a metodologia proposta por Nunes, Soares e Batista (2007), na qual foram utilizados 10 municípios que representam o clima do estado do Paraná (que possui área total de 199.315 km²), sendo eles: Cambará, Campo Mourão, Cândido de Abreu, Cascavel, Guarapuava, Londrina, Palmas, Paranavaí, Pinhais e Telêmaco Borba (FIGURA 1).

Segundo a classificação climática de Köppen (TREWARTHA; HORN, 1980), as regiões de Cambará, Campo Mourão, Cândido de Abreu, Cascavel, Londrina e Paranavaí enquadram-se, predominantemente, no tipo climático Cfa, o qual apresenta verões quentes, com temperatura média do mês mais quente superior a 22 °C, invernos com poucas geadas e temperatura média do mês mais frio inferior a 18 °C, sem estação seca definida. As regiões de Guarapuava, Palmas e Pinhais enquadram-se no tipo climático Cfb, apresentando verões frescos, com temperatura média do mês mais quente inferior a 22 °C, invernos com ocorrências de geadas severas e frequentes e temperatura média do mês mais frio inferior a 18 °C, também não apresenta uma estação seca definida. O clima da região de Telêmaco Borba é uma transição entre Cfa e Cfb, com temperatura média do mês mais frio inferior a 16 °C, com ocorrência de geadas e a temperatura média do mês mais quente em torno de 22 °C (FIGURA 1).

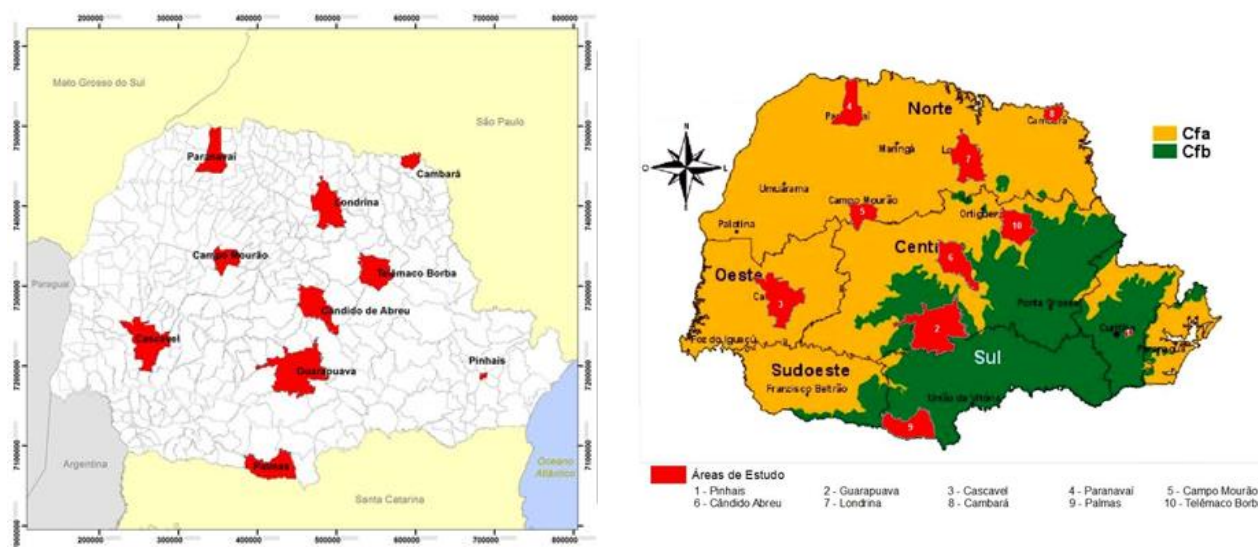


Figura 1. Localização das regiões de estudo no mapa político e no mapa climático do Paraná.

Figure 1. Localization of the studied regions in the political map and in the climatical map of Paraná.

Fonte: Adaptado de Instituto de Terras Cartografia e Geociências (ITCG, 2015) e Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR, 2016).

O período de análise foi de 01/01/2010 a 31/12/2015, totalizando 72 meses de observações diárias. O banco de dados fornecido pelo Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR) continha informações diárias de precipitação e umidade relativa do ar (coletada às 13 horas). Para os dias em que os dados não foram marcados pelas estações meteorológicas, foi feita a estimativa com a média dos mesmos dias nos demais anos. As informações de ocorrências de incêndios florestais (data de ocorrência e área queimada) foram disponibilizadas pelo Comando de Corpo de Bombeiros de Cascavel (SysBM – CCB).

A Fórmula de Monte Alegre (FMA) foi utilizada para estimar o índice de perigo de incêndio (SOARES, 1972). O índice é determinado pela equação:

$$FMA = \sum_{i=1}^n \left(\frac{100}{Hi} \right)$$

Onde: FMA = Fórmula de Monte Alegre.

H = umidade relativa do ar em porcentagem, medida às 13:00 h.

n = número de dias sem chuva maior ou igual a 13,0 mm.

A interpretação do grau de perigo estimado pela FMA e feita por meio da escala apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Escala de perigo da FMA.

Table 1. FMA danger classes.

Escala de perigo	Valor da FMA
Nulo	$\leq 1,0$
Pequeno	1,1 a 3,0
Médio	3,1 a 8,0
Alto	8,1 a 20,0
Muito alto	$> 20,0$

Fonte: Soares; Batista, 2007.

A primeira análise realizada, após o cálculo da FMA diária foi a do número de dias em cada classe de perigo com a FMA em sua forma original. Para analisar o comportamento da FMA, foi utilizada a relação na qual para o número de dias previstos a distribuição esperada é a de um maior número de dias na classe “médio”, decrescendo gradualmente esses valores para as classes mais extremas (TETTO, 2012). As regiões que não obedeceram a premissa estabelecida passaram por ajustes.

Os ajustes foram realizados alterando os intervalos das classes da FMA original. Foram agrupadas as regiões que apresentaram comportamentos semelhantes e a partir daí foram realizados os ajustes para as regiões.

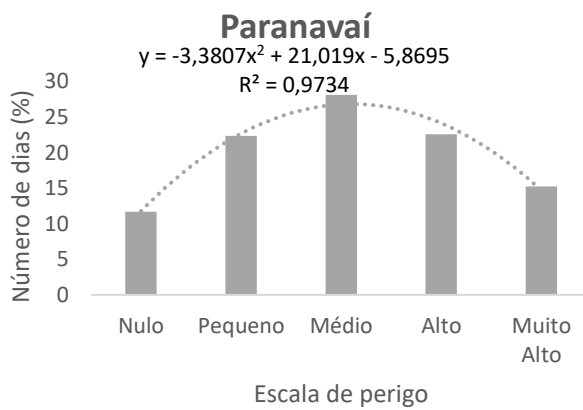
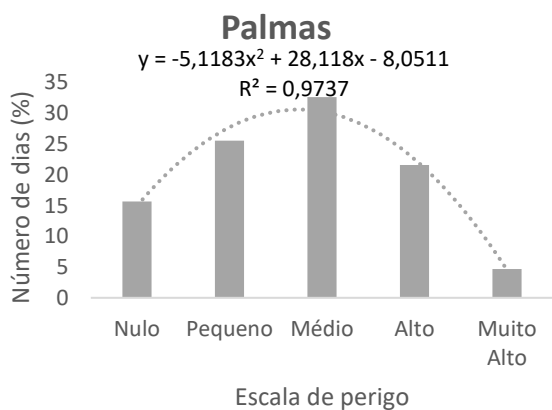
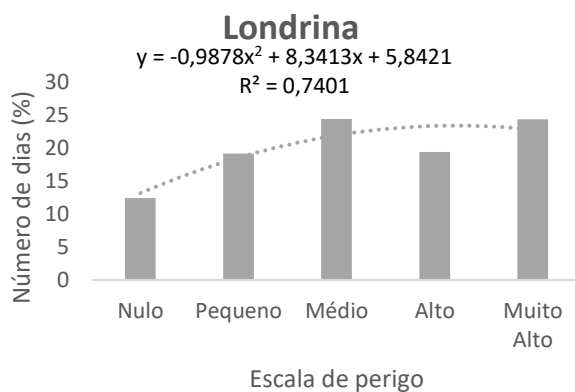
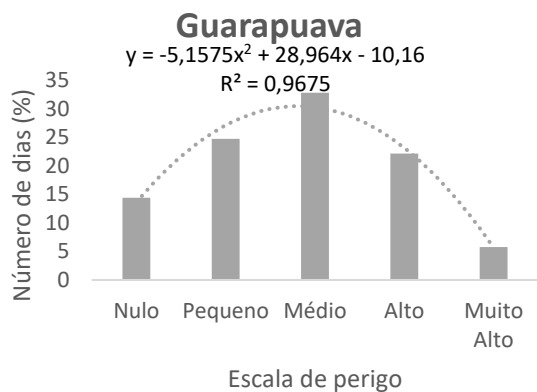
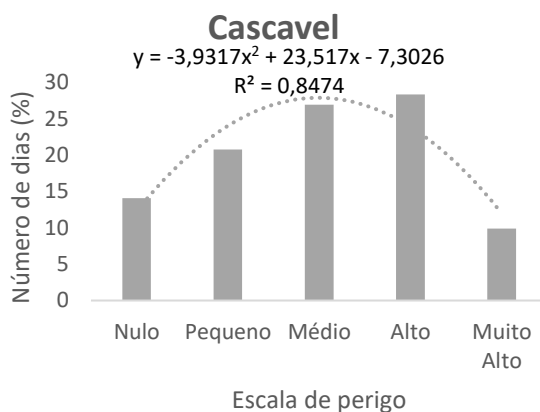
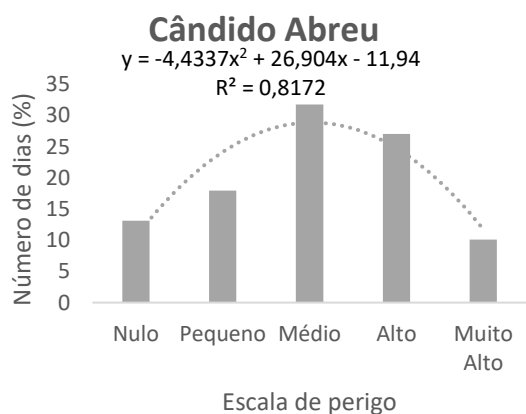
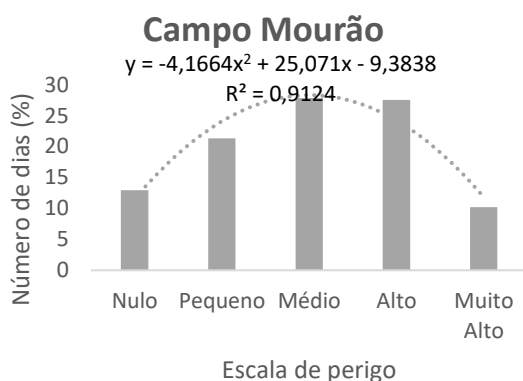
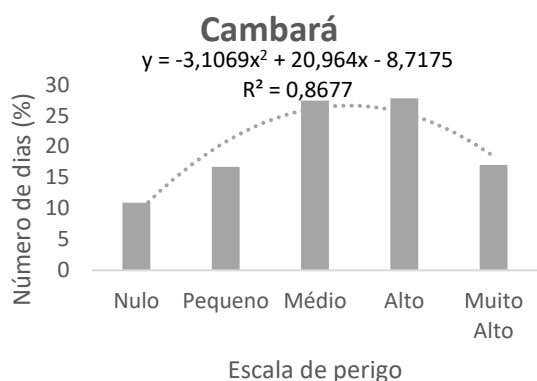
A segunda análise foi a do comportamento do número de incêndios observados em cada classe de perigo para as regiões que possuíam dados suficientes de ocorrências de incêndios, já considerando os ajustes necessários para cada região. Para tal, foi estabelecida uma relação direta, de tal maneira que quanto maior a classe de perigo, maior o valor observado para essa variável (TETTO, 2012).

Em cada ajuste foi analisado o desempenho da FMA, realizado por meio do método *Skill Score* (SS) e Porcentagem de Sucesso (PS) (Nunes; Soares; Batista, 2007). O método se baseia em uma tabela de contingência que contém os valores observados e os valores previstos para ocorrências de incêndios florestais. Consideraram-se como não indicativo da probabilidade de ocorrência de incêndios as classes de perigo “nulo” e “pequeno” somadas e como indicativo da probabilidade de ocorrência de incêndios as classes “médio”, “alto” e “muito alto” somadas. A regionalização da fórmula para o estado foi feita por extrapolação: dividiu-se por 2 a menor distância entre as regiões de estudo e então foi traçado em qual ajuste proposto se enquadravam cada município do estado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Fórmula de Monte Alegre Original

Os resultados relacionados ao número de dias por classe de perigo de incêndio da FMA original são apresentados no gráfico 1.



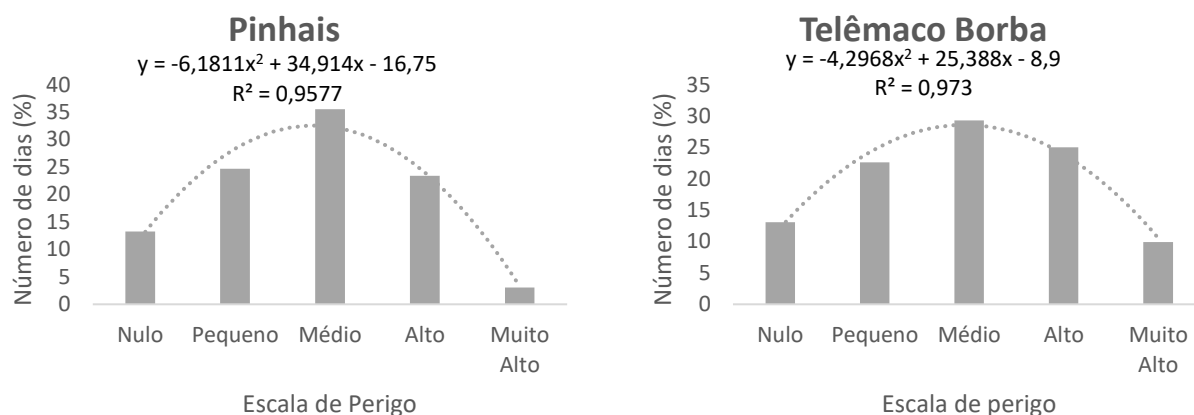


Figura 2. Número de dias em função da escala de perigo da FMA original para as regiões estudadas.

Figure 2. Number of days percentage for each danger class by the original FMA for the regions studied.

É possível notar que as regiões de Cândido de Abreu, Guarapuava, Palmas, Pinhais e Telêmaco Borba respeitaram a premissa de que a maior parte dos dias deve estar na classe “médio” e diminuir nas extremidades. Salienta-se que as regiões de Cândido de Abreu e Pinhais apresentaram baixo número de ocorrências de incêndios (2 e 53 ocorrências, respectivamente) e, portanto, a segunda análise não foi realizada para as mesmas, pela falta de dados.

Já regiões de Cambará, Campo Mourão, Cascavel, Londrina e Paranavaí, não apresentaram comportamento satisfatório, considerando a premissa estabelecida e passaram por ajuste. Notou-se que as regiões de Campo Mourão e Cascavel e; Cambará e Londrina apresentaram desajustes semelhantes. Já Paranavaí não tem comportamento semelhante a nenhuma outra região.

Fórmula de Monte Alegre Ajustada

O primeiro ajuste foi feito seguindo a nova escala de perigo (TABELA 2) e foi aplicado nas regiões de Campo Mourão e Cascavel, que apresentaram um desajuste nas classes mais altas de perigo.

Tabela 2. Escala de perigo da FMA - ajuste 1.

Table 2. FMA - adjustment 1 danger classes.

Escala de perigo	Valor da FMA
Nulo	$\leq 1,0$
Pequeno	1,1 a 3,0
Médio	3,1 a 8,0
Alto	8,1 a 15,0
Muito alto	$> 15,0$

Os resultados da FMA - ajuste 1 são apresentados na figura 3.

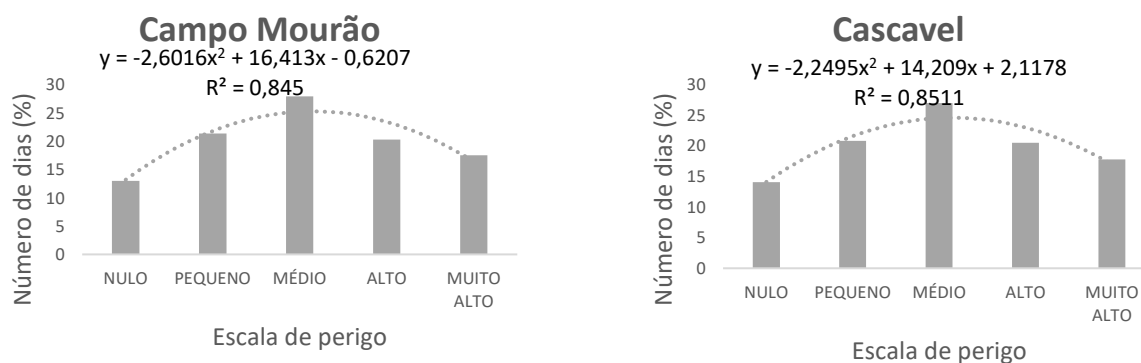


Figura 3. Número de dias em função da escala de perigo da FMA – ajuste 1.

Figura 3. Number of days percentage for each danger class by the FMA - adjustment 1.

Nota-se que o comportamento da FMA para essas regiões ficou semelhante e passou a respeitar a premissa estabelecida, concentrando nas duas regiões a maior parte dos dias na classe “médio”. O segundo ajuste foi aplicado nas regiões de Cambará e Londrina, que apresentaram um desajuste nas classes centrais da FMA (pequeno, médio e alto). O novo ajuste, denominado “ajuste 2”, é apresentado na tabela 3.

Tabela 3. Escala de perigo da FMA - ajuste 2.

Table 3. FMA - adjustment 2 danger classes.

Escala de perigo	Valor da FMA
Nulo	$\leq 1,0$
Pequeno	1,1 a 4,0
Médio	4,1 a 10,0
Alto	10,1 a 20,0
Muito alto	$> 20,0$

Na figura 4 são apresentados os resultados obtidos para cada região, pelo ajuste 2.

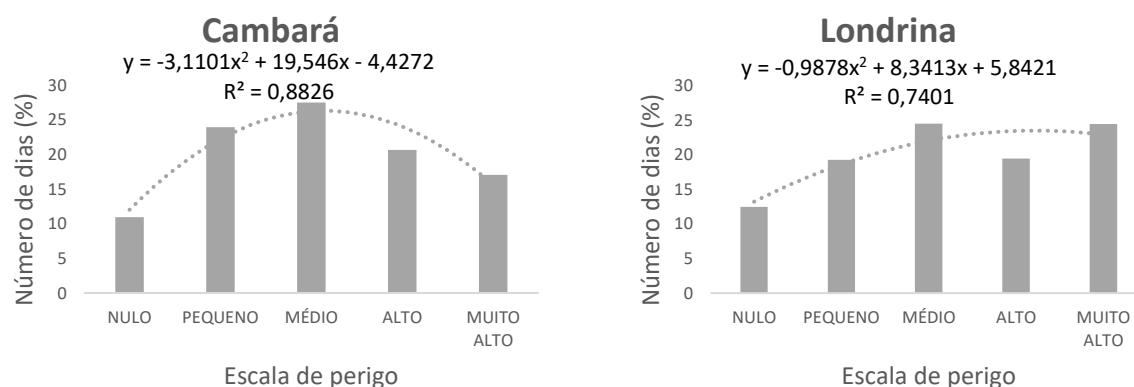


Figura 4. Número de dias em função da escala de perigo da FMA – ajuste 2.

Figure 4. Number of days percentage for each danger class by the FMA - adjustment 2.

As regiões de Cambará e Londrina apresentaram resultados que indicam um bom desempenho do índice. O ajuste 2 da FMA foi semelhante ao que Kovalsyki (2016) apresentou para a região de Ponta Grossa-PR, com dados do período de 2006 a 2014.

O último ajuste foi realizado para região de Paranavaí que apresentou, para FMA original, um comportamento crescente causado por um desajuste em todas as classes exceto a “nulo”. A escala da FMA – ajuste 3 é apresentado na tabela 4.

Tabela 4. Escala de perigo da FMA - ajuste 3.

Table 4. FMA - adjustment 3 danger classes.

Escala de perigo	Valor da FMA
Nulo	≤ 1
Pequeno	1,1 a 4
Médio	4,1 a 12
Alto	12,1 a 30
Muito alto	> 30

A figura 5 apresenta os resultados encontrados para região de Paranavaí.

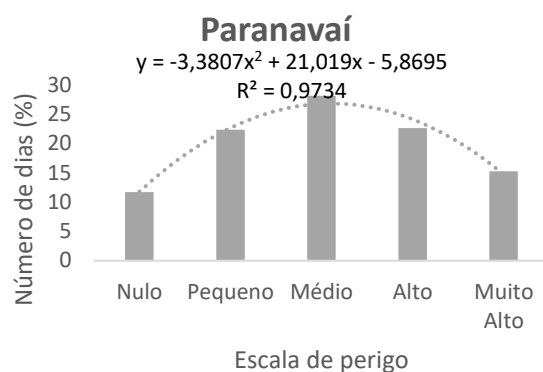


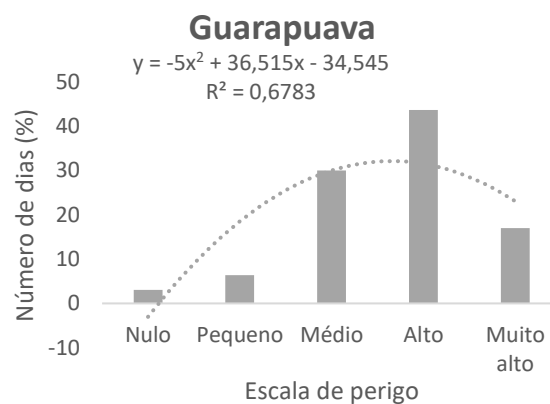
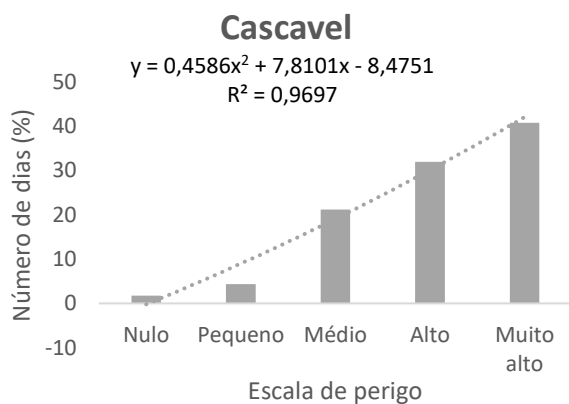
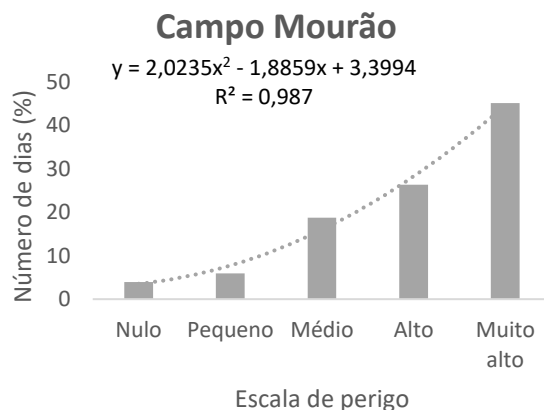
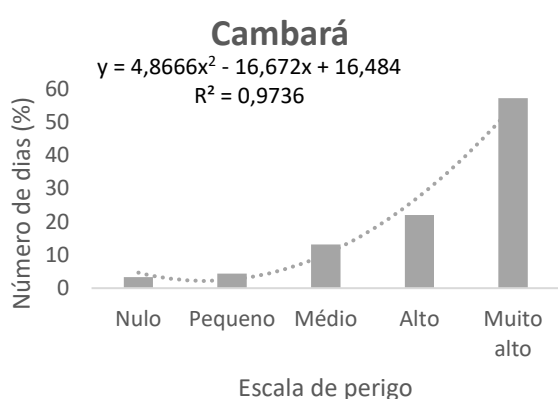
Figura 5. Número de dias em função da escala de perigo da FMA – ajuste 3.

Figure 5. Number of days percentage for each danger class by the FMA - adjustment 3.

O ajuste 3 corrobora com o ajuste realizado por Tetto *et al.* (2010) para região de Fernandes Pinheiro no período de 2005 a 2007, tendo apresentado resultados satisfatórios para região de Paranavaí.

Número de dias com ocorrências de incêndios por classe de perigo

Na figura 6, observam-se os percentuais de dias de ocorrência de incêndio para cada classe de perigo, das regiões de: Cambará, Campo Mourão, Cascavel, Guarapuava, Londrina, Palmas, Paranavaí e Telêmaco Borba considerando os ajustes necessários a cada região.



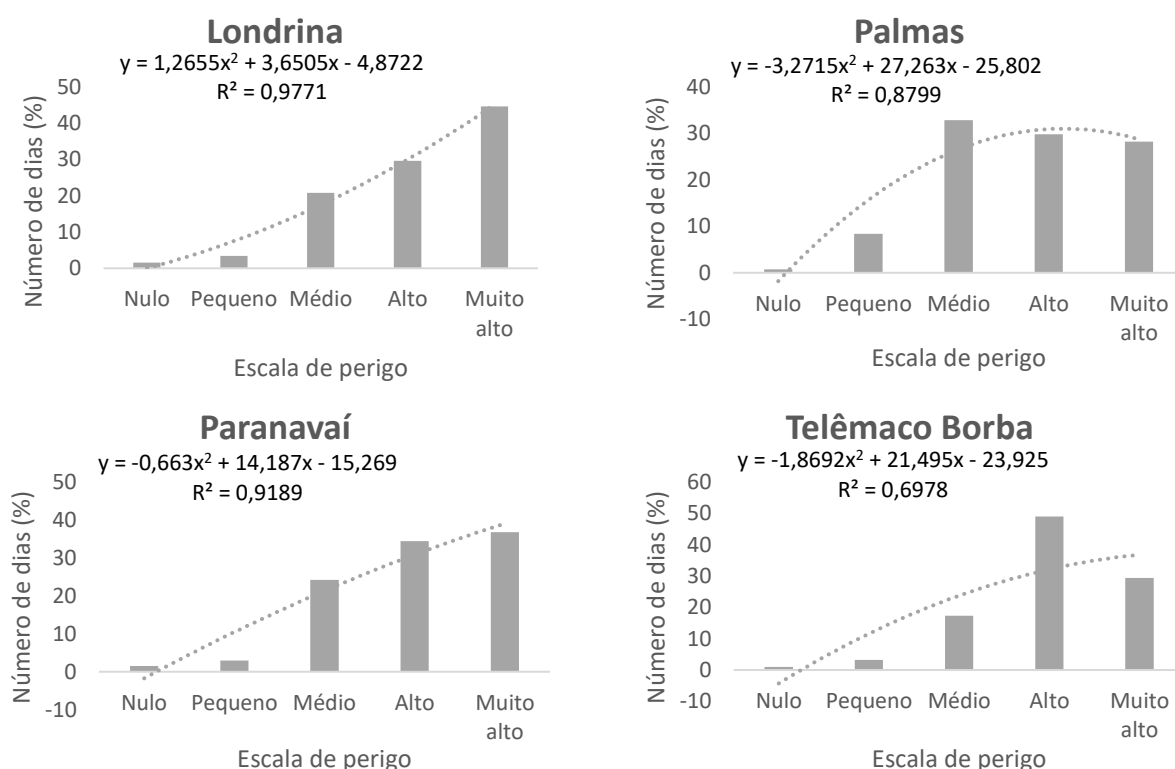


Figura 6. Porcentagem dos dias de ocorrência de incêndios registrados por classe de perigo, para as regiões estudadas.
 Figure 6. Percentage of the days of occurrence of fires recorded by hazard class for the regions studied.

A partir da figura 6 é possível analisar que os municípios de Cambará, Campo Mourão, Cascavel, Londrina e Paranavaí apresentaram resultados satisfatórios, concentrando mais de 70% dos dias nas classes mais altas de perigo (alto e muito alto). Tetto *et al.* (2010) encontraram resultados semelhantes, com uma concentração das ocorrências nas classes mais altas: 29% quando o grau era alto e 45% quando era muito alto, representando 74% das ocorrências nas classes mais altas de perigo. Kovalsyki (2016) também encontrou resultados similares: 31,7% na classe “alto” e 42,1% na classe “muito alto”.

Para as regiões de Guarapuava, Palmas e Telêmaco Borba, o índice mostrou uma maior concentração dos dias de ocorrência de incêndio nas classes “alto”. Como observado por Nunes *et al.* (2010), o desajuste é possivelmente causado por variações climáticas ao longo do tempo. Mesmo com o desajuste, mais de 58% dos dias se concentraram nas classes mais altas de perigo nessas regiões.

A tabela 5 apresenta a comparação do *skill score* e porcentagem de sucesso com a FMA original e ajustada, para cada região.

Tabela 5. Comparação do *skill score* e porcentagem de sucesso.

Table 5. Comparison of skill score and percentage of success.

Região	FMA original		FMA ajustada	
	SS	PS (%)	SS	PS (%)
Cambará	0,0262	31,40	0,0353	38,38
Campo Mourão	0,1297	47,24	0,1297	47,24
Cândido Abreu	0,0008	31,17	(*)	(*)
Cascavel	0,2889	59,79	0,2889	59,79
Guarapuava	0,1557	51,39	(*)	(*)
Londrina	0,2651	57,01	0,3079	61,25
Palmas	0,0662	46,05	(*)	(*)
Paranavaí	0,1145	42,54	0,1475	47,92
Pinhais	0,0269	40,21	(*)	(*)
Telêmaco Borba	0,1002	44,68	(*)	(*)

Nota: (*) Regiões aonde não foram realizados ajustes, mantendo-se os intervalos de classe da FMA original e os valores de SS e PS.

Analisando os valores de *skill score* e porcentagem de sucesso após os ajustes propostos, tem-se uma variação de 0,0353 (Cambará) a 0,3078 (Londrina) para *skill score* e uma variação de 38,38 a 61,25% de porcentagem de sucesso para as mesmas regiões. Nunes *et al.* (2010) em estudo na região de Telêmaco Borba encontraram os valores 0,0517 para *skill score* e 34,32% para porcentagem de sucesso e Kovalsky (2016) obteve resultados de 0,2210 de *skill score* e de 54,2% de porcentagem de sucesso. Sendo assim, pode-se notar que os resultados encontrados são satisfatórios quando comparados aos obtidos por outros autores.

Ainda na tabela 5 é possível notar que os valores de *skill score* e porcentagem de sucesso obtidos para as regiões de Campo Mourão e Cascavel não foram alterados após realização do ajuste. A não alteração dos valores de SS e PS se deve ao fato de que nos cálculos de eficiência, as classes “médio”, “alto” e “muito alto” são englobadas na mesma categoria (incêndio) e como o novo ajuste movimentou apenas essas escalas, não houve mudanças na eficiência.

Regionalização da FMA

A FMA apresentou quatro escalas de perigo distintas para as 10 regiões estudadas no estado do Paraná. A figura 3 apresenta as regiões nas quais devem ser adotadas essas escalas.

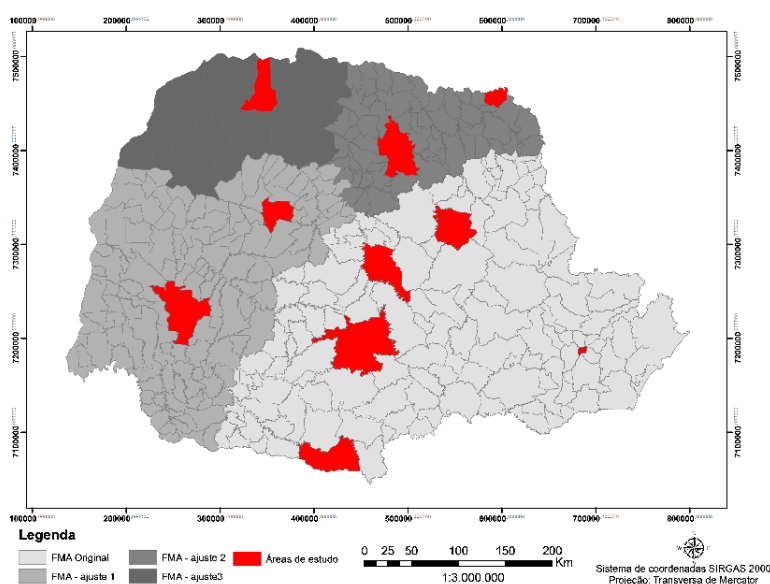


Figura 2. Regiões com escalas de perigo semelhantes.

Figure 2. Similar fire danger scales regions.

É possível notar que regiões que possuem clima Cfb e Cfa/Cfb se enquadraram predominantemente na FMA original, a qual teve predomínio no estado, representando 49,55% do mesmo. Já as regiões de clima Cfa se enquadraram predominantemente nos ajustes realizados neste estudo, sendo as regiões de Cascavel e Campo Mourão enquadradas na FMA - ajuste 1, que representou 27,24 % do estado, as regiões de Cambará e Londrina na FMA - ajuste 2, representando 10,98% do Paraná e a região de Paranavaí enquadrada na FMA - ajuste 3, que representou 12,21 % do estado.

CONCLUSÃO

A FMA original apresentou comportamento satisfatório e se mostrou eficiente para as regiões de Cândido Abreu, Pinhais, Guarapuava, Palmas e Telêmaco Borba. Após os ajustes propostos para as regiões de Campo Mourão, Cascavel, Cambará, Londrina e Paranavaí as mesmas também apresentaram resultados satisfatórios. Sendo assim, a FMA pode ser utilizada em todos os municípios do Paraná, de acordo com as quatro regiões definidas no estudo.

A utilização da FMA ajustada para cada região trará informações mais precisas e confiáveis, que poderão subsidiar as ações de prevenção e combate aos incêndios florestais.

Ressalta-se que para a maior confiabilidade do índice, é importante que a avaliação do desempenho seja feita ao longo do tempo, de forma a reajustá-lo para regiões específicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COMANDO DO CORPO DE BOMBEIROS. **SysBM-CCB**. Registro incêndios florestais no Paraná. Florestal. Disponível em < <http://www.bombeiroscascavel.com.br/registroccb/imprensa.php>> Acesso em: 04/01/2016.

IAPAR. Instituto Agrônomo do Paraná. Classificação climática. 2016. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=863>> Acesso em: 12 de abril de 2016.

ITCG. Instituto de Terras Cartografia e Geociências. Dados geoespaciais de referência. 2015. Disponível em: <<http://www.itcg.pr.gov.br/modules/faq/category.php?categoryid=8>> Acesso em: 11 de abril de 2016.

KOVALSYKI, B. **Zoneamento de risco de incêndios florestais para o Parque Estadual de Vila Velha e seu entorno**. 73 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, 2016.

LOPES, L. Modelação do risco e dinâmica do fogo para apoio ao planeamento e gestão do espaço florestal: Caso de estudo – bacia hidrográfica do rio Estorãos. 135 f. Dissertação (Mestrado em gestão ambiental e ordenamento do território) – Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Ponte de Lima, 2013.

NUNES, J. R. S.; FIER, I. S. N.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. Desempenho da Fórmula de Monte Alegre (FMA) e da Fórmula de Monte Alegre Alterada (FMA+) no distrito florestal de Monte Alegre. **Floresta**, Curitiba, v. 40, n. 2, p. 319 – 326, abr./jun. 2010.

NUNES, J. R. S.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. Ajuste da Fórmula de Monte Alegre Alterada (FMA+) para o estado do Paraná. **Floresta**, Curitiba, 1 – 14, v. 37, n. 1, jan./abr. 2007.

OLIVEIRA, M. D. C. F.; SOUZA, J. A. D.; CRUZ, P. P. N.; SOUZA, J. D. Risco de ocorrência de queimada e de incêndio e as medidas de prevenções, em Belém-PA. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 4, p. 1030 – 1042, 2016.

RODRÍGUEZ, M. P. R.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C.; TETTO, A. F.; SIERRA, C. A. M.; RODRÍGUEZ, Y. C. Ajuste e desempenho dos índices de perigo de incêndios Nesterov, FMA e FMA+ na empresa florestal Macurije, Cuba. **Floresta**, Curitiba, v. 42, n. 4, p. 651 - 660, out./dez. 2012.

SIMEPAR. Sistema Meteorológico do Paraná. **Dados meteorológicos das estações de Cambará, Campo Mourão, Cândido de Abreu, Cascavel, Guarapuava, Londrina, Palmas, Paranavaí, Pinhais e Telêmaco Borba, 2010-2015**. Paraná: IAPAR, 2016. (Arquivo digital).

SOARES, R. V. **Determinação de um índice de perigo de incêndio para a região centroparanaense, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Centro Tropical de Ensino e Investigação. Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas da OEA, Turrialba, Costa Rica, 72 f. 1972.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. **Incêndios Florestais: controle, efeitos e uso do fogo**. Curitiba, 250 p. 2007.

TETTO, A. F.; BATISTA, A. C.; NUNES, R. S.; SOARES, R. V. Subsídios à prevenção e combate a incêndios florestais com base no comportamento da precipitação pluviométrica na Floresta Nacional de Irati, Paraná. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 1, p. 33 – 43, jan./mar. 2010.

TETTO, A. F. **Comportamento histórico dos incêndios florestais na Fazenda Monte Alegre no período de 1965 a 2009**. 114 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

TREWARTHA, G. T.; HORN, L. H. Köppen's classification of climates. In: _____. **Introduction to climate**. New York: McGraw-Hill, p. 397-403, 1980.